



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001146915 A**(43) Date of publication of application: **29.05.01**

(51) Int. Cl

F16C 17/10
F16C 17/08
F16C 33/10

(21) Application number: **11329715**(22) Date of filing: **19.11.99**(71) Applicant: **NSK LTD**

(72) Inventor: **SAKATANI IKUNORI**
TANAKA KATSUHIKO

(54) **FLUID BEARING DEVICE FOR DISC DEVICE**

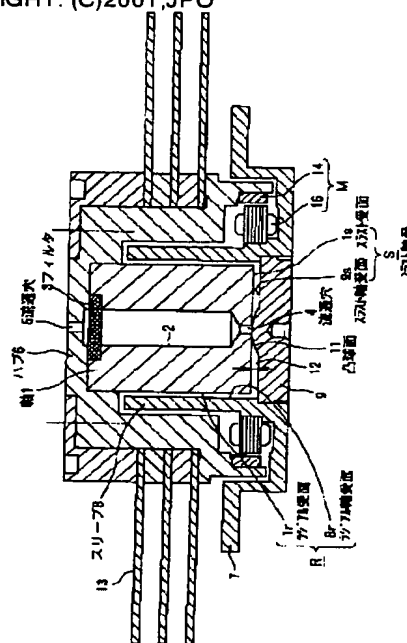
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fluid bearing device for a disc device rotatable at a high speed, capable of preventing the heat generation caused by windage loss and bearing loss of a loaded disc, the scattering of a lubricant from the bearing, and the flowing-out of the worn powder produced at starting and stopping.

SOLUTION: A sleeve 8 is used as a static member, a shaft 1 inserted into the sleeve 8 is used as a rotary member, a thrust bearing surface 9s and a cylindrical radial bearing surface 8r are formed on an inner surface of the sleeve 8, and a radial receiving surface 1r and a thrust receiving surface 1s are formed on the shaft 1. A thrust bearing S is formed by the thrust bearing surface 9s and the thrust receiving surface 1s facing to each other, and a groove for producing the dynamic pressure is formed on at least one of the radial bearing surface 8r and the radial receiving surface 1r to form a radial gas bearing R. Circulation holes 4, 5 for circulating a gas such as air are formed on the thrust bearing S, and the gas such as air is circulated through a filter 3

mounted on the way of a path.

COPYRIGHT: (C)2001 JPO



THIS PAGE IS BLANK

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-146915
(P2001-146915A)

(43) 公開日 平成13年5月29日 (2001.5.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 1 6 C	17/10	F 1 6 C 17/10	A 3 J 0 1 1
	17/08	17/08	
	33/10	33/10	D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-329715

(22) 出願日 平成11年11月19日 (1999.11.19)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 坂谷 郁紀

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(72) 発明者 田中 克彦

神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

(74) 代理人 100066980

弁理士 森 哲也 (外2名)

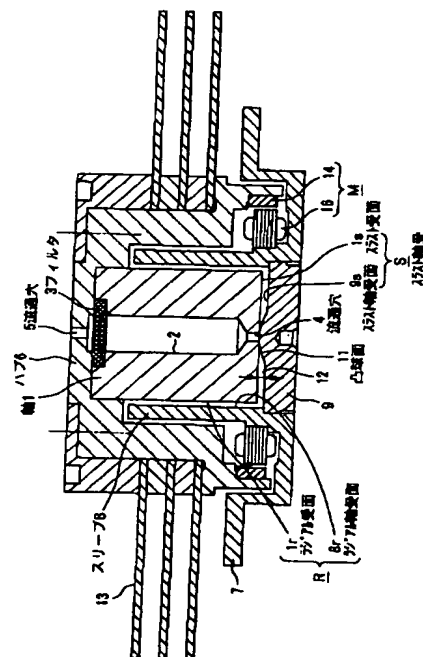
Fターム(参考) 3J011 AA08 AA20 BA06 BA10 CA02
KA04 MA23

(54) 【発明の名称】 ディスク装置用流体軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 搭載するディスクの風損と軸受損失による発熱を抑えることができ、しかも軸受からの潤滑剤の飛散がなく、且つ起動停止時に発生する摩耗粉が装置内へ流出しない高速回転可能なディスク装置用流体軸受装置を提供する。

【解決手段】 スリーブ8が静止部材、これに挿入された軸1を回転部材として、スリーブ8の内面にスラスト軸受面9sと円筒状のラジアル軸受面8rとを設け、軸1にはラジアル受面1rとスラスト受面1sを設けている。相対するスラスト軸受面9sとスラスト受面1sとでスラスト軸受Sを構成し、ラジアル軸受面8rとラジアル受面1rとの少なくとも一方に動圧発生用の溝を設けてラジアル流体軸受Rを構成している。そして、スラスト軸受Sには空気などの気体が循環するための流通穴4、5を開設し、経路の途中に設けたフィルタ3を経由して空気などの気体を循環させる潤滑方式とした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スリーブと、そのスリーブの円筒状穴に挿入された軸とのいずれか一方が静止部材、他方が回転部材であり、前記スリーブの内面にスラスト軸受面と円筒状のラジアル軸受面とを有し、前記軸は前記ラジアル軸受面に対向するラジアル受面とスラスト軸受面に対向するスラスト受面とを有し、前記スラスト軸受面とスラスト受面とでスラスト軸受を構成し、前記ラジアル軸受面とラジアル受面との少なくとも一方に動圧発生用の溝を設けてラジアル軸受を構成した軸受装置であって、前記動圧発生用の溝の作用で空気やヘリウムガスなどの気体を循環させるための流通穴が前記スラスト軸受を構成するスラスト軸受面とスラスト受面とのいずれか一方に開口し、経路の途中に設けたフィルタを経由して前記気体が前記スラスト軸受および前記ラジアル軸受に循環する構成としたことを特徴とするディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 2】 前記回転部材はディスクを搭載するハブを備え、前記軸の外径 d と当該ハブの外径 D との比 d/D が 0.5～0.8 である請求項 1 記載のディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 3】 前記動圧発生用の溝は、スラスト軸受に向かって気体を圧送する非対称ヘリングボーン状溝パターンを有する請求項 1 または 2 記載のディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 4】 前記スラスト軸受面とスラスト受面とが静止時に接触する部分の少なくとも一方を凸球面とし、その凸球面の高さを $100\mu\text{m}$ 以内とした請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 5】 前記スラスト軸受面、スラスト受面、ラジアル軸受面、ラジアル受面の少なくとも一つが、固体潤滑膜によりコーティングされている請求項 1 ないし 4 記載のいずれかにディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 6】 前記静止部材と前記回転部材との少なくとも一方に磁石を設け、他方に磁石または磁性体を設けて、それらの両部材の間に軸方向の磁気吸引力を発生させたことを特徴とする請求項 1 ないし 5 記載のいずれかにディスク装置用流体軸受装置。

【請求項 7】 搭載するディスクの外径が 65mm (2.5 インチ) サイズ以下である請求項 1 ないし 6 記載のいずれかにディスク装置用流体軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報機器、音響・映像機器用の流体軸受装置に係り、特に、潤滑油による外部汚染がなく、磁気ディスク装置や光ディスク装置等に最適な耐久性と信頼性に優れた流体軸受装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図 5 は、潤滑流体に油を用いた開発当初

のサーバー向け磁気ディスク装置 (HDD) 用流体軸受装置の断面図である。この流体軸受装置は、固定部材である軸 100 と回転部材であるスリーブ 101 とを備えている。軸 100 は上部にスラストプレート 102 を有してベース 103 に立設されている。スリーブ 101 は、中心部に円筒状穴 104 を有し、その円筒状穴 104 に軸 100 が挿入され、穴上部の拡大された段部の空間に前記スラストプレート 102 が収納され、そのスラストプレート 102 を覆うようにしてカバープレート 106 が取り付けられている。

【0003】スリーブ 101 は、円筒状穴 104 の内周面にラジアル軸受面を有すると共に、穴上部のカバープレート 106 の平面にスラスト軸受面を有している。一方、軸 100 は、外周面に前記ラジアル軸受面と微小すき間を介して対向するラジアル受面を有すると共に、スラストプレート 102 の平面に前記スラスト軸受面と微小すき間を介して対向するスラスト受面を有する。そして、互いに対向するラジアル軸受面とラジアル受面との少なくとも一方に動圧発生用の溝を設けてラジアル流体軸受 R を構成し、一方、対向するスラスト軸受面とスラスト受面とでスラスト流体軸受 S を構成し、これらの両流体軸受の軸受すき間に油などの潤滑剤が充填されている。

【0004】スリーブ 101 の外周にはハブ 107 が一体的に固着されており、ハブ 107 の外周に磁気ディスク D が搭載されるようになっている。そして、ハブ 107 の内周に固定したロータ磁石 108 と、これに周面对向に配設してベース 103 に固定されたステータ 109 とで構成されるモータ M により、ハブ 107 がスリーブ 101 と一体に回転駆動される。その回転で、スラスト流体軸受 S 及びラジアル流体軸受 R に潤滑流体が自動的に供給されてそれぞれに動圧が発生し、スリーブ 101 と一体のハブ 107 が浮上して軸 100 に非接触で支承される。

【0005】ここに、上記軸 100 の軸径は $2.5\sim 5\text{mm}$ 、これに対しハブ 107 の外径は 25mm で、軸径とハブ外径との比すなわち d/D の値が $0.1\sim 0.2$ の範囲になるように設計され、外径約 84mm の磁気ディスク (通称、3 インチサイズディスク) を 10 枚搭載するようにしていた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、インターネット等の用途では、サーバー用 HDD のデータ伝送速度を飛躍的に向上させるため、その軸受装置 (スピンドルモータ) の回転数は 10000rpm を超え、最近では 15000rpm さらには 20000rpm 以上の高速回転が要求されるようになってきている。このような高速で回転するスピンドルモータの軸受に玉軸受を使用すると、グリースの飛散を防止しつつ高速耐久性を保證することが難しい。

【0007】一方、玉軸受に代えて図5に示すような油潤滑の流体軸受を用いた場合は、軸受トルクの増大による軸受損失が大きくなるという問題に加えて、回転により油が飛散し潤滑不良をきたすことにより軸受が焼き付く恐れがあるという問題が生じる。また、15000rpmさらには20000rpmを超える高速回転になると、軸受損失のみでなく搭載するディスクの風損の増加も大きく影響するため、装置全体の発熱を考慮したディスク装置用流体軸受装置の検討が必要となってきた。

【0008】そこで本発明は、このような軸受装置の高速化に伴う問題点に着目してなされたもので、高速回転においても搭載するディスクの風損と軸受損失による発熱を抑えることができ、しかも軸受からの潤滑剤の飛散がなく、且つ起動停止時に軸受部から発生する摩耗粉の装置内への流出を防止するとともに、ディスクを搭載するハブの外径と軸径との関係を最適化することにより高速回転時に必要な負荷容量を確保したディスク装置用流体軸受装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1にかかる発明は、スリーブと、そのスリーブの円筒状穴に挿入された軸とのいずれか一方が静止部材、他方が回転部材であり、前記スリーブの内面にスラスト軸受面と円筒状のラジアル軸受面とを有し、前記軸は前記ラジアル軸受面に対向するラジアル受面とスラスト軸受面に対向するスラスト受面とを有し、前記スラスト軸受面とスラスト受面とでスラスト軸受を構成し、前記ラジアル軸受面とラジアル受面との少なくとも一方に動圧発生用の溝を設けてラジアル軸受を構成したディスク装置用流体軸受装置であって、その動圧発生用の溝の作用で空気やヘリウムガスなどの気体を循環させるための流通穴が前記スラスト軸受を構成するスラスト軸受面とスラスト受面とのいずれか一方に開口し、経路の途中に設けたフィルタを経由して前記気体が前記スラスト軸受および前記ラジアル軸受に循環する構成としたことを特徴としている。

【0010】また、請求項2に係る発明は、上記請求項1に係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、前記回転部材はディスクを搭載するハブを備え、軸の外径 d と当該ハブの外径 D との比 d/D が0.5～0.8であることを特徴とする。また、請求項3に係る発明は、上記請求項1又は請求項2に係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、動圧発生用の溝は、スラスト軸受に向かって気体を圧送する非対称ヘリングボーン状溝パターンを有するものとした。

【0011】また、請求項4に係る発明は、上記請求項1ないし請求項3のいずれかに係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、スラスト軸受面とスラスト受面とが静止時に接触する部分の少なくとも一方を凸

球面とし、その凸球面の高さを100 μ m以内とした。また、請求項5に係る発明は、上記請求項1ないし請求項4のいずれかに係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、スラスト軸受面、スラスト受面、ラジアル軸受面、ラジアル受面の少なくとも一つが、固体潤滑膜によりコーティングされていることを特徴とする。

【0012】更に、請求項6に係る発明は、上記請求項1ないし請求項5のいずれかに係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、静止部材と回転部材との少なくとも一方に磁石を設け、他方に磁石または磁性体を設けて、それらの両部材の間に軸方向の磁気吸引力を発生させたことを特徴とする。そして、請求項7に係る発明は、上記請求項1ないし請求項6のいずれかに係る発明であるディスク装置用流体軸受装置において、搭載するディスクの外径が65mm(2.5インチ)サイズ以下である。

【0013】本発明のディスク装置用流体軸受装置は、潤滑流体として、空気やヘリウムガスなどの気体を使用し、しかもその気体潤滑流体を非対称ヘリングボーン状動圧発生用の溝の作用でスラスト軸受およびラジアル軸受に循環させているため、高速回転でも軸受損失が小さく、運転中の装置の発熱を低く抑えることができる。また、潤滑剤に油を使用しないので、HDDの装置内部を油で汚染することがない。また、油の飛散による潤滑剤の枯渇の恐れがないので、高速回転においてもほぼ半永久的な耐久性を有する。しかも、フィルタを通すことにより、起動停止時に軸受部から発生するわずかな磨耗粉は捕捉除去されて装置内への流出が防止される。

【0014】また、軸径 d とハブ外径 D との比を0.5～0.8としたことにより、高速回転中に必要なラジアル及びアキシアル負荷容量を確保できる(請求項1～3)。スラスト軸受面とスラスト受面との一方を凸球面としたことで、起動トルクが小さくならんと共に磨耗粉の発生も少なくなる。さらに、その凸球面の高さを100 μ m以内とすれば、エアハンマ現象の発生が抑制される(請求項4)。

【0015】また、スラスト軸受面、スラスト受面、ラジアル軸受面、ラジアル受面の少なくとも一つを、固体潤滑膜によりコーティングすると、起動停止時の摺動性が向上する(請求項5)。また、静止部材と回転部材との間に軸方向の磁気吸引力を発生させることで、回転部材の抜けが防止できる(請求項6)。

【0016】そして、本発明のディスク装置用流体軸受装置は、搭載するディスクの外径を65mm(2.5インチ)サイズ以下に規制することにより、15000rpm～20000rpmという高速回転における軸受損失及びディスク風損を、目標レベル以下に維持できる(請求項7)。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面

を参照して説明する。図1は本発明のディスク装置用流体軸受装置の第1の実施形態の断面図である。先ず構成を説明すると、軸1は、中心部に穴2を有する円筒体で、その穴2の上部にはフィルタ3が内設されると共に、穴2の下端部には流通穴4が設けられて軸外部に開口している。軸1の上端部はカップ状に形成したハブ6の内面に圧入などの手段で一体に固着され、軸1とハブ6とで回転部材を構成している。上記穴2はハブ6の上部に設けた流通穴5を介して軸受装置の外に通じている。その軸1の外周面はラジアル受面1rとされ、軸受1の下端面はスラスト受面1sとされている。

【0018】一方、ベース7の中心部に、円筒状のスリーブ8が立設されて固定部材を構成している。スリーブ8の上端は開口し、下端部はベース7に固着して取り付けられているスラスト板9で塞がれていて、そのスラスト板9の上面（内面）がスラスト軸受面9sとされ、そのスラスト軸受面9sの中央部に凸球面11が突設されている。スリーブ8の内周面はラジアル軸受面8rとされ、スリーブ上部の開口から挿入された軸1の外周面であるラジアル受面1rと軸受すき間を介して対向している。また、軸受1の下端面であるスラスト受面1sは、スラスト軸受面9sの凸球面11に当接して支承されており、この停止中の状態では、軸1の下端部にある流通穴4が凸球面11で塞がれている。

【0019】凸球面11は、軸1とハブ6とからなる回転部材を球面で支承することにより、回転部材の起動トルクを小さくするとともに、スラスト受面1sとスラスト軸受面9sとの間の空間に形成された空気室12から流通穴4に流れ込む空気の流れを絞る圧力調整機能を持っている。当該凸球面11の平面からの突出量は100 μ m以下が望ましく、できれば50 μ m以下がより好ましい。凸球面11の突出量が大き過ぎると、空気室12の空間体積が必要以上に大きくなり、そのためエアハンマ現象（軸方向に自励振動する現象）が出やすくなる。なお、スラスト軸受面9sの中央部のみを凸球面11として突出させる代わりに、スラスト軸受面9s全体を凸球面としても良い。また、凸球面11は、軸1の端面に設けてもよい。

【0020】上記スラスト受面1sとスラスト軸受面9sとでスラスト流体軸受Sが構成されている。また、ラジアル受面1rとラジアル軸受面8rとでラジアル流体軸受Rが構成されて、そのラジアル受面1rとラジアル軸受面8rとの少なくとも一方に図示されない動圧発生用の溝が加工され、ラジアル流体軸受Rが構成されている。この実施形態では、スリーブ8の内径のラジアル軸受面8rに非対称ヘリングボーン状の動圧発生用の溝を有し、その溝パターンは、スラスト軸受Sに向かって気体を圧送するべく上側の方が長い「くの字」状の非対称溝にされている。このため、一方向のスパイラル状の溝に比べてラジアル負荷容量を大きくできる。

【0021】前記ハブ6の外周面にはディスク13が搭載される。また、ハブ6の内周面の下部にはロータ磁石14が固定され、これに周面对向するステータ16がベース7に固定されてモータMが構成されている。なお、この駆動モータMのロータ磁石14とステータ16との軸方向の相対位置をわずかにずらすことにより軸方向に磁気吸引力を作用させるようにして、装置を倒置しても抜けないようにすることもできる。

【0022】本発明にあつては、高速回転での使用に伴い必要とされるラジアル及びアキシャル負荷容量を確保するために、軸1の外径dとハブ6の外径Dとの比 d/D を0.5~0.8に設定している。 d/D が0.5未満では当該負荷容量が不足する。一方、 d/D が0.8を超えると、強度上必要なハブの半径方向の肉厚が確保できない。

【0023】ここで、高速回転に対処可能な本実施の形態における、構成部材の材質及び熱膨張の影響の緩和について述べると、軸1及びスリーブ8は加工の容易なアルミ合金材を使用している。そして、軸1に固着するハブ6には、使用時の温度の影響によりディスク13がずれるのを防ぐために、熱膨張係数が搭載するディスクとほぼ等しい材料を使用するものとする。例えば、ディスク13に熱膨張係数が約 $10 \times 10^{-6}/K$ のガラスを使用した場合は、ハブ6にはSUS430等のフェライト系のステンレス鋼を使用することが好ましい。ハブ13と軸1との間は、圧入、圧入とねじ止め併用、圧入と接着併用、焼きばめ等のいずれかの手段で固着している。このようにして、はめあい部のすきまがないように組み立てると、回転中の温度変化があっても回転中心に対してディスク13の位置がずれないから、回転中の釣り合いが変化することがなく、従って回転時の振動変化を防止することができる。

【0024】なお、軸1の外面即ちラジアル受面1r及びスラスト受面1sには、起動停止時の摺動性を向上するために樹脂など固体潤滑膜のコーティングを施してもよい。また、スリーブ8の内周面即ちラジアル軸受面8rはアルミ合金のままでよいが、DLC膜のコーティングやアルマイト処理などの表面硬化処理を施して摺動性を向上させると、摩耗が抑制できて起動停止耐久性が向上する。

【0025】また、本実施の形態では軸1とハブ6とを別体の部品としているが、これを一体で構成してもよい。また、スリーブ8とスラスト板9も別体とせず一体で構成してもよく、更にスリーブ8をスリーブ部分とステータ16を固定するためのベース7の部分との2部品で構成するなど、適宜変更して実施してもよい。このような場合には、各部品の材質は熱膨張係数の違いによる軸受すきま変化や加工の容易さを考えて適切な材質を選定する。

【0026】次に作用を述べる。以上のように構成した

流体軸受装置にあっては、ステータ16のコイルに通電して、回転部を構成する軸1及びこれと一体のハブ6を回転させると、ラジアル流体軸受Rの非対称パターンを有するラジアル動圧発生用の溝のポンピング作用によって、空気などの気体が軸1の下端の空気室12に送り込まれる。その結果、空気室12の圧力は徐々に高くなり、回転部は浮上してスリーブ8に非接触で支持される。すると、軸1の下端に設けられた流通穴4から空気が軸1の穴2内に流れ込み、流通穴が絞りとして機能することにより、空気室12内の圧力と回転部の自重とが釣り合うように圧力が自己調整される。なお流通穴4から流出した空気は、軸1の穴2の内部に設けたフィルタ3を通過することで摩擦粉等の異物が除去され、ハブ6上部の流通穴5から軸受装置の外に放出され、ディスク13の外周を通過してラジアル流体軸受Rの入り口近傍に戻される。そのため、ラジアル及びスラスト流体軸受R、Sの部分には、常に清浄な空気が供給されることになり、異物による軸受の損傷を防ぐことができる。このように、本発明の流体軸受装置では、潤滑流体として空気やヘリウムガスなどの気体を使用するから、油の飛散による潤滑切れは発生せず、高速回転においてもほぼ半永久的な連続耐久性を得ることができる。また、HDDの装置内部やディスク13が汚損されることもない。

【0027】また、高速回転中は回転部材を気体軸受で支承するので軸受トルクが小さく、装置全体の損失を小さくすることができ、高速回転においても装置の発熱を低く押さえることができる。また、密度の小さいヘリウムガスを用いると、ディスク13の風損を小さくできる。また、軸径とハブ外径との比 d/D を0.5～0.8の範囲に設定しているから、高速回転に必要なラジアル及びアキシアル負荷容量が確保できる。

【0028】また、軸1及びスリーブ8の材料にアルミ合金を用いているので、加工が容易である。また、ハブ6と軸1とをすき間なく一体に固着したため、回転中に温度が変化してもディスク位置が回転中心からずれることがなく、振動変化がない。図2に本発明の第2の実施の形態を示す。これは、倒置状態（図示の天地が逆）で使用することもできるように、回転部材と静止部材との間に磁気吸引力を作用させた形態である。なお、第1の実施の形態と同一または相当部分には同一の符号を付してある。

【0029】この実施の形態は、スリーブ8の外周面に、2枚の軟鉄板22で挟んだ吸引磁石21が固定して配置されている。一方、ハブ6の内周面には、それらの軟鉄板22の外周面と若干のすき間を介して対向する突起23が突設されている。ハブ6の中心軸はスリーブ8の中心軸と一致し、両者21、23の間の磁気吸引力は径方向全周において釣り合いバランスしている。且つ吸引磁石21とハブ内周の突起23との間には軸方向のずれもない状態（初期の状態）においては、両者21、2

3の間に軸方向の磁気吸引力は作用しない。しかし、外部負荷により回転部材が移動してハブ6とスリーブ8との軸方向の相対位置がずれたときには、そのずれを補正する方向に磁気吸引力が作用して、倒置状態でも回転部材が静止部材より抜け落ちることがない。

【0030】また、流体軸受装置は、作動中、静止部材と回転部材とが非接触となることから電氣的に絶縁されて、静電気がたまり易い。これを放置すると悪影響を受けるため静電気を逃がす必要がある。この実施の形態は、軸1の上端に円筒状の凹部26を設けてあり、その凹部26内にリング状の磁石27を嵌め込むと共に導電性流体28が注入されて、磁力で保持されている。そして、保持された導電性磁性流体28に接触させた導通ピン（触針）29が、ケース31に固定されて導通状態になっており、これによって静電気を逃がすようにしている。

【0031】なお、この実施の形態とは逆に、導通ピン29を回転部材側に設け、導電性磁性流体28の保持機構を静止部材側に設けると、回転中の遠心力により導電性磁性流体28が飛散する恐れがない。また、静電気を逃がすための手段としては、図2の実施の形態に限定されることはなく、例えば回転部材又は静止部材のいずれか一方に取り付けた円筒状の導通ピンと、その導通ピンと回転自在にはめ合わされた中空状の相手部材との間の微小すき間に導電性流体を表面張力で保持させ、その導電性流体を介して静電気を逃がすようにしてもよい。さらに、回転中の導電性流体の保持力を高めるために、微小すき間を介して対向する導通ピンの外周面と中空状の相手部材の内周面の少なくとも一方に動圧発生用の溝を設けてもよい。また、導電性流体の代わりに水銀を用いてもよい。

【0032】また、この第2の実施の形態は、ベース7の上面に抜け止め部材32を取り付けてあり、これをハブ6の外周面に設けられた抜け止め用溝33に係合させることにより、輸送中に外部衝撃により軸1及びハブ6等の回転部材がスリーブ8から抜けることを防止している。なお、軸1の上部に静電気防止用の導電性磁性流体28の保持機構を設けたことから、フィルタ3及び流通穴4を下方に移し、軸1を支承するスラスト板9に設けている。従って、ハブ6が回転すると、ラジアル軸受Rからスラスト軸受Sに向かって圧送された気体は、スラスト板9に突設されている凸球面11の頂部に開口する圧力自己調整用の流通穴4を経てフィルタ3を通過、ベース7に取り付けた底蓋34との間の空間36に至り、ベース7に開設された流通穴37から抜けてラジアル軸受Rに戻り循環する。

【0033】その他の構成及び作用・効果は第1の実施の形態とほぼ同様である。図3に本発明の第3の実施の形態を示す。なお、第1の実施の形態と同一または相当部分には同一の符号を付してある。この第3の実施の形

態は、軸 1 A が固定部材、スリーブ 8 A が回転部材である。すなわち、円筒状のスリーブ 8 A とスラスト板 9 A とを一体に結合して逆カップ状に形成し、その外周に円筒状のハブ 6 A を一体に固着して回転部材が構成されている。凸球面 11 はスラスト板 9 A の下面（スラスト軸受面 9 A s）に突出して形成され、ベース 7 に固着して取り付け軸 1 A の上面（スラスト受面 1 A s）に対向している。スラスト流体軸受 S を構成するスラスト受面 1 A s とスラスト軸受面 9 A s との間に空気室 12 が形成されている。そして、回転するスラスト板 9 A の下面であるスラスト軸受面 9 A s に、環状の溝 37 を設けてこれに永久磁石 38 が埋め込まれ、一方、これに対向する軸 1 A の上端面であるスラスト受面 1 A s に、磁性体 39 が埋め込まれていて、両者間に働く磁気吸引力の作用で、固定部材である軸 1 A からの回転部材の抜けを防止する力の増大を図っている。軸 1 A の外周面のラジアル受面 1 A r には、下側が長い「く」状の非対称動圧発生用の溝が形成されており、スリーブ 8 A に内周面のラジアル軸受面 8 A r と対向してラジアル流体軸受 R を構成している。

【0034】この場合は、ハブ 6 A が回転すると、潤滑気体はラジアル軸受 R の非対称動圧溝のポンピング作用で、上方のスラスト軸受 S に向かって圧送され、空気室 12 の圧力を高めて回転部材を浮上させる。そして、軸 1 A の中心穴 2 の頂部に開口する圧力調整の流通穴 4 からフィルタ 3、流通穴 5 を抜け、ラジアル軸受 R の入り口近傍に流出して循環する。

【0035】この第 3 の実施の形態の場合は、ハブ 6 A には、搭載するガラスディスク 13 の熱膨張係数に合わせた SUS 430 系ステンレス鋼を用い、スリーブ 8 A には動圧発生用の溝加工がし易いアルミ合金を用いている。この場合、材料が異なるハブ 6 A とスリーブ 8 A との熱膨張係数の違いにより、スリーブ 8 A の内径面（ラジアル軸受面 8 A r）とアルミ合金の軸 1 A の外径面（ラジアル受面 1 A r）との軸受すき間の変化するのを防ぐために、ハブ 6 A とスリーブ 8 A との固着部 K を、ラジアル軸受部 R と重ならないように軸方向にずらし、ラジアル軸受部 R の裏面側とハブ 6 A との間に空間 41 を設けている。

【0036】そのため、ハブ 6 A とスリーブ 8 A との熱膨張係数が異なってもその影響は両部材の上部の固着部分 K に限定されて、その下方のラジアル流体軸受 R の部分までは及ばない。よって、ディスク 13 がガラス製の場合に、ハブ 6 A にフェライト系ステンレスを使用しても、スリーブ 8 A にアルミ合金を使用することが容易にできる利点がある。また、ハブ 6 A とディスク 13 の熱膨張係数がほぼ等しいため、温度が変化した場合の中心の移動を防ぐことができ、温度が変化した場合の回転部の動的釣り合いの変化を防止することができる。

【0037】上記の実施形態と違って、スリーブ 8 A とハブ 6 A を一体の SUS 430 系ステンレス鋼で形成し、その軸受面あるいは全面をニッケルメッキやクロムメッキ等で硬化処理するようにしてもよい。その場合、軸 1 A にはスリーブ 8 A 及びハブ 6 A と熱膨張係数のほぼ等しい SUS 420 あるいは SUS 430 系ステンレス鋼を用い、その軸受面あるいは全面を固体潤滑膜でコーティングするのが望ましい。

【0038】なお、上記第 1～第 3 の各実施の形態において、その軸受面に薄く油を塗布しておき、起動停止時の摺動性を改善するようにしてもよい。続いて、ディスク装置用流体軸受装置全体の発熱を抑えるために、搭載するディスクの径及び枚数が損失に及ぼす影響を検討した結果を、図 4 を参照しつつ説明する。

【0039】現行の回転数 10000 rpm のディスク装置は、スピンドルモータに玉軸受を用い、ディスク外径 3 インチサイズ（外径約 84 mm）のディスクを 10 枚搭載している。このときの損失（軸受損失+ディスク風損）を基準に 15000 rpm のディスク装置を検討してみる。まず、現行損失の 2 倍以下を達成するディスク装置を目標として考えると、通称 3 インチサイズ（直径約 84 mm）のディスク外径の場合、油流体軸受及び空気流体軸受のいずれも当該目標は達成できない。次にディスク外径 2.5 インチサイズ（直径約 65 mm）、5 枚の搭載を考えると、スピンドルモータに玉軸受を使うと目標の 2 倍をわずかに超える。しかし、空気流体軸受を用いると目標損失の 2 倍以下を達成できることがわかる。さらに、この場合、搭載するディスク枚数を 3 枚以下にすれば、現行の損失とほぼ同じ損失レベルを達成できることがわかる。

【0040】搭載するディスク外径を小さくすることは、ディスクの自重が軽くなり回転部全体の重量を小さくできるので、空気流体軸受の負荷容量の観点からも好ましい。なお、ディスク外径 2.5 インチサイズ（約 65 mm）を用いる際のディスクの内径寸法については、次のようにする。すなわち、高速回転に必要な駆動トルクを確保するために、モータの占める空間体積を大きくすることが必要であるから、ディスクの内径寸法は従来の 2.5 インチサイズのスピンドルモータのハブ外径寸法である直径 20 mm ではなく、3.5 インチサイズのハブ外径寸法である直径 25 mm とすることが望ましい。

【0041】もちろんディスク外径が小さいほど風損を小さくできるので、将来 20000 rpm を超えて高速化するには、2.5 インチサイズのディスク外径よりもさらに小さくすることが望ましい。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るディスク装置用流体軸受装置よれば、高速回転時の搭載ディスクの風損が少なく、しかも潤滑流体に空気やヘリウム

ガスなどの気体を使用しているため軸受トルクが小さいので、高速回転においても装置の発熱を低く押さえることができる。

【0043】また、軸径 d とハブ外径 D との比を0.5～0.8としているため、回転中に必要な負荷容量を確保できる。また、油を使用しないので、油の飛散による潤滑剤の枯渇の恐れがなく、高速回転においてもほぼ半永久的な耐久性を有するとともに、HDDの装置内部を油で汚染することもない。

【0044】さらに、起動停止時に発生するわずかな摩耗粉は、流通経路の途中に設けたフィルタで捕捉除去されるので、軸受部から発生する摩耗粉が装置内へ流出する不具合が防止される等の種々の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の断面図である。

【図2】本発明の第2の実施の形態の断面図である。

【図3】本発明の第3の実施の形態の断面図である。

【図4】高速回転において、搭載ディスクの径及び枚数が軸受損失に及ぼす影響を示したグラフである。

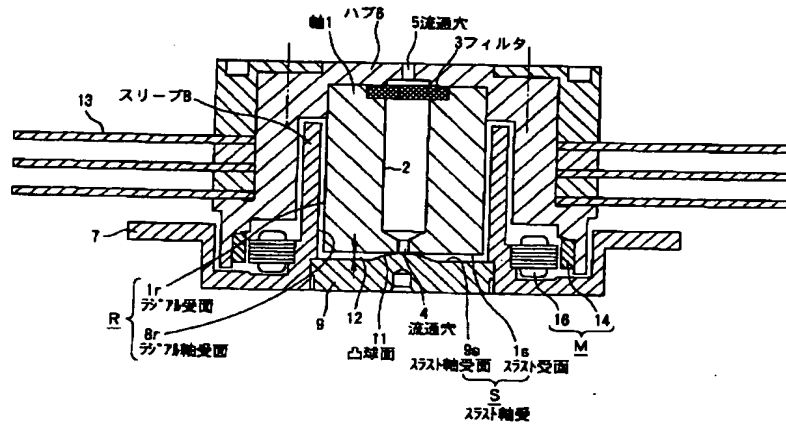
【図5】従来のディスク装置用流体軸受装置の断面図で

ある。

【符号の説明】

1	軸
1r	ラジアル受面
1s	スラスト受面
3	フィルタ
4	流通穴
5	流通穴
6	ハブ
8	スリーブ
8r	ラジアル軸受面
9	スラスト板
9s	スラスト軸受面
11	凸球面
13	ディスク
21, 38	磁石
39	磁性体
R	ラジアル流体軸受
S	スラスト流体軸受

【図1】



導電性磁性流体

31 28 27磁石 26 22 21吸引磁石 33 32 23 16 14 18 20 25 26 32 33 34 36 37 12 4 11 3 9 10 6 8 13 1

R { 1r 8r }

S { 9a 1a }

M { 14 16 }

損失(軸受損失+ディスキ風損), W

現行の2倍

現行

風損

軸受損失

10000rpm

15000rpm

五軸受+
φ84デ×210枚

油流体軸受+
φ84デ×210枚

空気流体軸受+
φ84デ×210枚

五軸受+
φ65デ×205枚

空気流体軸受+
φ65デ×205枚

空気流体軸受+
φ65デ×205枚

空気流体軸受+
φ65デ×205枚

THIS PAGE BLANK (CONT.)